

平成12年度厚岸湖・別寒辺牛湿原学術研究奨励補助金成果報告書

火山灰降下が湿原植生に及ぼす影響

ホーテス・シュテファン

Stefan Hotes

2001年3月

北海道大学
大学院地球環境科学研究科
地球生態学講座

Philipps-University Marburg
Faculty of Biology, Department of Nature Conservation II
Marburg, Germany

要旨

北海道東部厚岸町に位置する別寒辺牛湿原でピートサンプラーによるボーリング調査を行い、泥炭層の植物遺体組成を調べた。テフラ（火山放出物のなかで堆積する前に空中を飛んだもの）が湿原植生に及ぼす影響に特に注目した。5つのテフラ層が確認された。本研究ではテフラの同定が行えなかったが、既存のデータに基づいてテフラの給源と年代を考察する。上の4層のテフラの堆積に伴ってミズゴケ類が一時期減少し、単子葉類やツツジ科植物が増加し、泥炭の分解度が高くなった。一方、一番下層のテフラの場合にミズゴケが増え、単子葉類が減少したという逆の効果が認められた。

湿原の中心部から得られた、泥炭層の基盤に届くコアの植物遺体組成の変化から植生の遷移を読み取った。その結果、粘土質土壤に生えていたヨシ・スゲ群落に泥炭が堆積しはじめて間もなくスギバミズゴケ節のミズゴケ類が侵入し、ヨシが消えて、ミズゴケ類やスギゴケが増えて、その後現在に至るまで著しい植生の変化がなかったことが明らかになった。

自然の攪乱要素として湿原中心部でテフラ降下のみが確認された。丘陵に近いハンノキ林では、土砂崩れによって湿原に流されたと思われる軽石層も認められた。

はじめに

湿原生態系の大きな特徴は枯死した植物が完全に分解されないで泥炭として堆積するという点である。泥炭が堆積することによって湿原内の環境要因が徐々に変化し、一般の形成過程では、比較的富栄養でミネラルが豊富なアルカリ性や中性の立地から、貧栄養でミネラルに乏しい酸性の立地になると考えられている。このような決定的な変遷が起きるには、気候条件が多湿で、そして地形的な位置が適切でなければならない。これらの条件が整っていれば、北半球の温帯・亜寒帯の湿原において、ハンノキ・ヤナギ・カンバなどから成る湿地林やヨシ・スゲなどを優勢種とする植生が、ミズゴケや矮性灌木の優占する植生に変わることが多い。

道東の低地湿原も例外ではなく、まだ開発によって破壊されていない別寒辺牛湿原、風蓮湿原、霧多布湿原、釧路湿原などにおいてこのような発達史が認められる。しかし、ミズゴケが優占する植生が発達していても、欧米の類似する湿原植生とは種組成が違っていると指摘されている(Wolejko and Itoh 1986, Damman 1988)。Damman (1988)によると、例えばヤチヤナギやタチギボウシ、ヤマドリゼンマイなどのような植物がチャミズゴケ群落やイボミズゴケ群落に出現するのは欧米の湿原では見られないと述べている。この日本の湿原植生の特徴の原因としてテフラ（噴火口から空中を飛んで堆積された火山噴火出物）が挙げられた。しかし、テフラの影響を体系的に調べた研究がまだない。

植物の形態によってテフラに対する感度が大きく変わると考えられる。背の高い植物が

基本的に背の低いものに比べてテフラに強く、地下茎や根系が発達している種類が厚いテフラに覆われても回復できるという報告もある（例えばTokito 1915、鈴木1961、Zobel and Antos 1997）。

本研究では別寒辺牛湿原の現存植生の異なる所でボーリング調査を行い、泥炭の中の植物遺体を分析し、各地点における植生変遷を復元した。

調査地点と分析方法

別寒辺牛湿原の別寒辺牛川とトライベツ川の合流点より北に位置する地域でサンプリングを行った（通常「高層湿原」と呼ばれている地域）。佐藤他（1999）の植生図によると、当該地域にイソツツジ - チャミズゴケ群落、イソツツジ - チャミズゴケ群落のクシノハミズゴケ基群集、イボミズゴケ群落、小凹地群落複合体、ヤチヤナギ - ムジナスゲ群落、ヨシ - イワノガリヤス群落、ハンノキ低木林、ハンノキ高木林が分布している。

詳細な植生調査が実施できなかったが、サンプリング地点は下記の植物群落に属する：地点1（コア1・2、ロシア式ピートサンプラーで採取した泥炭層の基盤まで届く長いコア）：イソツツジ - チャミズゴケ群落、地点2（コア3・4）：ヤチヤナギ - ムジナスゲ群落（ヨシ有り）、地点3（コア5）：ヤチヤナギ - ムジナスゲ群落（ヨシ無し）、地点4（コア6・7）：ハンノキ高木林（図 - 1）。

湿原中心部では微地形がよく発達している。相対的に高いところ（ブルテ、湿地丘（阪口1974））と低いところ（シュレンケ、湿地凹地）がある。イソツツジ - チャミズゴケ群落では地下水位が低くて、コア採取の時シュレンケでも開水面が見られなかった。周辺のヤチヤナギ - ムジナスゲ群落などで地下水位が相対的に高くて、サンプリングの時、ところによってシュレンケに開水面があった。

コアの採取は1999年11月22日（ロシア式ピートサンプラー）と2000年10月1日（箱形ピートサンプラー）に行った。ロシア式ピートサンプラーで半円筒形の長さ50cm半径2.5cmの試料が取れる。延長ロッドを付けることによって最深10mまでサンプリングが行える。箱形ピートサンプラーはフィンランド・ヨエンスウ大学で設計された、長さ1m、幅8cm x 8cmのもので、約深さ90cmまで四角い柱状の試料が取れる。箱形ピートサンプラーで採取したコア（コア5を除いて）の大まかな層序（泥炭や無機質層）を現場で記載した。コア5の層序を写真判読によって補った。

ロシア式ピートサンプラーで得られた試料は半分に切った塩化ビニールパイプに入れて、ラップで包んで研究室に持ちかえた。箱形ピートサンプラーで得られた試料は高さ10cmのブロックに切って、ジッパー付きビニール袋に入れて、プラスチック製の箱で保管した。

箱形ピートサンプラーを泥炭層に打ち込む際に泥炭表層が数cm ~ 30cm圧縮される

ことがあった。層序を記載する時、圧縮された分を配慮し、圧縮されていない時の層の境界線の深さを推定した。サブサンプリングの際にさらに圧縮が起きてしまったので、図 - 2 の層序と図 - 3 ~ 5 の層序が多少ずれることがある。

ロシア式ピートサンプラーの試料の場合に10 cm間隔でサブサンプルを取って、ペトリディッシュに移して、水を加えて、試料を広げて、実態顕微鏡で観察し、主な植物遺体を同定した。テフラ層の付近ではテフラの上下のサブサンプルをとるために、サブサンプルの間隔が10 cmから多少ずらすことがあった。

箱形ピートサンプラーで得られたコアの中からコア1、コア4、コア6の植物遺体分析を行い、Barber et al. (1994)の方法を用いた。ブロックを凍らせて、鋸で表面を薄く切って、表面部分を捨てた。そして厚さ2 cmのスライスを切って、その端をさらに切って、幅2 cm x 2 cmの柱状サンプルにした。これを高さ1 cmのタブレットに切った。5 cm置きにサブサンプルを分析した。タブレットを150 µmの篩に掛けて、水洗いをした。篩に残った分をペトリディッシュに入れて、水を加えて、試料を広げて実態顕微鏡で観察した。ペトリディッシュの下に1 cm x 1 cmの方眼紙を置き、15の方眼をランダムで選び、6つの植物遺体クラス(表 - 1)やテフラが占めている面積の割合を推定した。この15の方眼で得られた各クラスが占めている割合の平均値を求めた。植物遺体を観察する際に、遺体が重なることがあったため、全ての遺体クラスやテフラが占めている面積を足して、これを100%とした時の各クラスの割合を計算した。この値を図 - 3 ~ 5で示している。

表 - 1 植物遺体クラス

Sphagnum (ミズゴケ)
Bryopsida (マゴケ綱の蘚類)
Monocotyledons (単子葉類)
Ericaceae (ツツジ科)
Wood (木片)
UOM/Unidentifiable Organic Matter (同定不可能有機物)
Tephra (テフラ)

結果

1. ロシア式ピートサンプラー試料

ロシア式ピートサンプラーで得られたコアが湿原中心部のイソツツジ - チャミズゴケ

群落の堆積物を泥炭層の表面から基盤まで含んでいる。このコアでは4つ～5つの肉眼で見えるテフラが確認できた(表-2、図-6)。泥炭混じり粘土から成っている基盤(397cm以下)から上に堆積物の層序を辿っていくと、377cmまでヨシを含む単子葉類の遺体が大部分を占めていた。これより高いところではヨシの遺体が観察されなかった。泥炭の分解度がやや高かった。380cmにスギバミズゴケ節のミズゴケ類の遺体が微量で検出された。一番下の明瞭なテフラは371～377cmに位置した。その真上(370cm)にスギバミズゴケ節のミズゴケ類が急激に増加したが、360cmのサンプルではまた単子葉類が優占的で、スギバミズゴケ節のミズゴケ類が少なかった。240cmまで単子葉類が泥炭の大部分を占めている。350cmと330cmとにトクサ科(おそらくイヌスギナ若くはミズトクサ)の遺体が出た。320cmではじめてスギゴケが確認された。290cmにユガミミズゴケらしいミズゴケの枝葉があったが、正確な同定は不可能であった。240～260cmミズゴケ節のミズゴケ類(ムラサキミズゴケかオオミズゴケ)が出現したが、量が少なかった。230cm以上のところではスギバミズゴケ節のミズゴケ類がほとんどのサンプルで一番多かった。例外はテフラのあるサンプル(173～174cm、166～171cm、18～26cm)の付近や分解度の高いところであった。同定不可能な有機物の多い、つまり分解度の高いサンプルは下記の通りであった。350cm、320cm、310cm、300cm、240cm、205cm、190cm、180cm、165cm、160cm、120cm、75cm、30cm、25cm。

表 - 2 ロシア式ピートサンプラーで得られたコアで肉眼で確認できたテフラ

番号	深さ	給源と年代 (著者の推定)	給源と年代 (中川2001未発表)
T 1	18～23cm	Ta-a 1739	Ko-c1 1856
T 2	23～26cm	Ko-c2 1694	Ko-c1 1856
T 3	166～171cm	?	Ta-a 1739
T 4	173～174cm	?	Ko-c2 1694
T 5	371～377cm	?	給源不明

2. 箱形ピートサンプラー試料

2-1. 野外におけるコアの記載

コア1と3は微地形の相対的に低いところで採取した。この地点では柔らかい生きているミズゴケまたは未分解のミズゴケ泥炭から成る表層(アクロテルム)が非常に薄

かった（1 cm以下）。コア2、4、5は低いブルテで取って、約5～20 cmのミズゴケから成る表層があった（表-2）。高木ハンノキ林で採取したコア6・7の表面にはコケから成る表層はなかったが、コア7に7 cmの落ち葉・枯れ草の表層があった。コア6の場合にこの表層が1 cm以下だった。

コアの層序が湿原の中心部と縁とで異なった（図-2～5）。湿原中心部のコア1～5には泥炭（ミズゴケ泥炭）以外にテフラが2～3層確認された（コア5は写真判読によって記載されたから1層だけ明瞭なテフラが確認された）。湿原の縁の方では泥炭（木片混じり単子葉類泥炭）やテフラ以外に粒度の比較的粗い軽石層が2層確認できた。

テフラがコア1～3の場合に深さ30～50 cmに出た。コア4では余り明確ではない上のテフラが約60～70 cmに出て、そして80 cmに上下の境界がはっきりしているテフラがあった。コア5のテフラは約65 cmに出た。コア6・7の一番上の無機質層が厚い（9～11 cm）灰色の層で、粒子が比較的粗かった。コア6では11 cmの泥炭層を挟んでテフラが出た。コア7ではテフラが直接粒度の粗い無機質層の下から出た。コア6の下の方（約80 cm）に薄い、粒度や色が上の厚い層に似たようなものが出た。

2-2. 植物遺体分析

コア1とコア4においてミズゴケの遺体が一番大きな割合を占めた。ミズゴケは主にスギバミユゴケ節に属して、ミズゴケ節やユガミミズゴケ節が稀であった。コア6はこれと違って、ミズゴケが表層に少し出るだけで、同定不可能な有機物が一番多くて、その次に単子葉類の根や木片が大部分を占めた。

深さ別の変動を見ると、コア1では25～30 cmにおけるミズゴケの80～90%から0～3%への急激な減少が目立った（図-3）。この深さには単子葉類の遺体が多くて、同定不可能な有機物も増えていた。この泥炭組成の変化がテフラの出現と一致していた。75 cmに唯一のツツジ科の遺体を確認されたところがあった（40～45 cmにも出たが、微量だったから図で表示できなかった）、ここにもミズゴケが比較的になく（63%）、同定不可能な有機物が多くなっていた。マゴケ綱の蘚類がコアのほぼ全ての深さに出て、10～20%の割合を占めた。マゴケ綱の蘚類のほとんどがスギゴケで、それ以外のマゴケ綱の蘚類が確認されたのは50 cm、80 cm、85 cmのみであった。

コア4はコア1と似たようにミズゴケが優占的であった（図-4）。マゴケ綱の蘚類の量も大体コア1と同じだった。単子葉類は全ての深さでほぼ等しくて、特に多くなったり少なくなったりすることはなかった。ツツジ科の遺体がコア1に比べて多くて、特に多いところはミズゴケの少ないところと一致した。木片が少なかったが、矮性灌木と思われるものはところどころ出た。同定不可能な有機物は生きているミズゴケまたは未

分解のミズゴケ泥炭から成った表層（0～20 cm）にはなかったが、20 cm以下のところで約10～30%を占めた。テフラが55 cmに3%、65 cmに8%、75～80 cmに55～24%観察された。このサンプルの間や下部（60 cm、70 cm、85 cm）でそれぞれ1%、55 cm以上では0%であった。

コア6がコア1と4と著しく違って、ミズゴケもマゴケ綱の蘚類も非常に少なく（注意：図-5のなかの「ミズゴケ」、「マゴケ綱の蘚類」のグラフの横軸が0～10%である）、同定不可能な有機物、単子葉類、木片が多かった（図-5）。ツツジ科に属する植物遺体は確認されなかった。テフラが10～65 cmと75～80 cmのサンプルから検出されたが、20～35 cmと80 cmとの深さのものは粒径の大きい軽石から成っていて、45 cmのテフラやコア1と4とから出た粒径の小さいものとは異なった。

考察

別寒辺牛湿原の堆積物に関する情報がまだ少ない。既存のデータとして北海道農業試験場の土性調査報告（飯塚・瀬尾1966）や加熱減量に関する研究結果（井上1997、佐藤他1999）以外に花粉分析（五十嵐、未発表）とテフラ同定（中川、未発表）の結果のみである。

本研究で得られた結果から別寒辺牛湿原中心部イソツツジ - チャミズゴケ群落のなかにあるボーリング地点の発達史やテフラが植生に及ぼした影響を次のように考察できる。

泥炭が堆積し始めた時にスゲ・ヨシを主体とする湿性草本植物群落が広がっていた。間もなくスギバミズゴケ節のミズゴケ類が出現した。そして、6 cmぐらいの給源不明なテフラが積もった。テフラの上にスギバミユゴケ節のミズゴケ類が広がり、ミズゴケの間に単子葉類が生えていた。その後ミズゴケが減って、単子葉類の被度が増加し、トクサ科の仲間も出現した。スギゴケやツツジ科植物も現われ、上記の植物が構成する植生が現在に至っている。構成要素の相対的な割合が変わったりし、特にスギバミズゴケ節のミズゴケ類が全体的に増加した。泥炭の分解が進んだ層ではミズゴケが少なくなったように見えるが、同定不可能な有機物のなかにミズゴケが含まれている可能性があるため、植生の組成が変わっていなかったかもしれない。

テフラ降下など明瞭な攪乱がなくても泥炭の分解度が高くなることがあった。分解を進める要因として気候変動や湿原生態系のなかの変化（植生の遷移による自発的变化）が考えられる（Tolonen1987, Barber et al. 2000）。本研究で得られたデータはこの点を解明するために不十分で、今後の研究の課題となる。

テフラが別寒辺牛湿原の植生に与えた影響はテフラによって違っただけで、同じテフラが

違う湿原植生に積もってもその効果が異なっていた。テフラ 1 を含んだ層の一番上のサンプルではミズゴケが欠けていて、単子葉類が多くて、分解度がやや高かった。一方、これより 5 cm 上のサンプルではミズゴケが約 90 % を占めて、単子葉類が少なく、テフラの下に泥炭層と同じような植物遺体組成が復元された。

テフラ 3 と 4 との間の薄い泥炭層では単子葉類が多くて、スギバミズゴケ節のミズゴケ類やスギゴケが少なく、分解度がやや低かった。テフラ 3 の真上の泥炭層はこれと違って、単子葉類が確認されなくて、ツツジ科の植物遺体と思われるものが多くて、分解度が高かった。

テフラ 5 の場合にテフラの下に泥炭層が単子葉類（ヨシを含む）から成っていて、ミズゴケが少なかった。テフラの上ではミズゴケが多くて、単子葉類（ヨシを含まない）が少なく、分解度が少しだけ高くなっていた。

箱形ピートサンプラーで得られたコア 1、4、6 を比べると、1 と 4 とのパターンが似ていて、テフラ降下に伴ってミズゴケが減少し、単子葉類やツツジ科の仲間が増えた。一方、ハンノキ高木林で採取したコア 6 ではテフラによる植生変化が認められなかった。この地点ではテフラに加えて軽石層の堆積も過去に起きた。湿原中心部ではこのような軽石層が出なかったため、局地的な現象で、隣接する急な斜面で起きた土砂崩れによると思われる。

上記の結果を踏まえてテフラによる泥炭の植物遺体組成の決定的な変動パターンを導くことができなかった。テフラ 5 の降下によってスギバミズゴケ節のミズゴケ類の生育

表 - 3 霧多布湿原で確認されたテフラ（七山他 1999、2000、西村他 2000 より）

記号	深さ	給源	年代	著者
Ta-a	20-30 cm	樽前山	1739	古川他 1997
Ko-c2	20-30 cm	駒ヶ岳	1694	古川他 1997
Ta-b	30-40 cm	樽前山	1667	古川他 1997
B-Tm	30-60 cm	白頭山	895/947	奥村 1999
Ma-b	60 cm	摩周	1 ka?	町田 1996
Ta-c2	100 - 200 cm	樽前山	2.3-3 ka	徳井 1989

条件がよくなったようだが、テフラ 1+2 や 3、4 の降下に伴って生育条件がむしろ一時期悪化したようである。

本研究ではテフラの給源や年代を調べることはできなかったが、約 20 km 南東に方にある霧多布湿原で得られた結果（七山他 2000、西村他 2000）によると、表 - 3

で示すテフラがある。中川（未発表）の別寒辺牛湿原における研究結果が霧多布で得られた結果と著しく違うため、再検討が望まれる。

謝辞

現地調査の際に厚岸水鳥観察館の澁谷氏、釧路国際ヴェットランドセンターの新庄氏、そして厚岸町教育委員会の熊崎氏他に大変お世話になりました。記して感謝の意を表します。

参考文献

- Barber, K.E., F.M. Chambers, D. Maddy, R. Stoneman and J.S. Brew (1994): A sensitive high-resolution record of late Holocene climatic change from a raised bog in northern England. *The Holocene* **4**(2),148-205.
- Barber, K.E., D. Maddy, N. Rose, A.C. Stevenson, R. Stoneman, R. Thompson (2000): Replicated proxy-climate signals over the last 2000 yr from two distant UK peat bogs: new evidence for regional palaeoclimate teleconnections. *Quaternary Science Reviews* **19**,481-487.
- Damman, A.W.H. (1988): Japanese raised bogs: their special position within the Holarctic with respect to vegetation, nutrient status and development. *Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel* **98**,330 - 353.
- 古川竜太・吉本充宏・山縣耕太郎・和田恵治・宇井忠英 (1997): 北海道駒ヶ岳火山は1694年に噴火したか? - 北海道における17~18世紀の噴火年代の再検討 - . *火山* **42**(4),269-279.
- 井上京 (1997): 別寒辺牛泥炭地にみる低地泥炭湿原の水文環境と形成過程. 北海道湿原研究グループ, 北海道の湿原の変遷と現状の解析 - 湿原の保護を進めるために - (pp. 41-47). (財)自然保護助成基金. 東京.
- 町田洋 (1996): 泥炭地における最近1000年間のテフラ - クッチャロカルデラ美留和 - . 日本第四記学会第四記路頭集編集委員会 編, 第四記路頭集 - 日本のテフラ p. 109. 日本第四記学会. 東京.
- 七山太・佐竹健治・下川浩一・重野聖之・古川竜太 (1999): 堆積学的手法に基づく、千島海溝沿岸域における古津波? 履歴調査 - 霧多布湿原における研究例. 地質調査所速報no.EQ/99/3平成10年度活断層・古地震研究調査概要報告書, 3-17.
- 七山太・佐竹健治・下川浩一・古川竜太・重野聖之 (2000): イベント堆積物を用いた千島海溝沿岸域の津波の遡上規模と再来間隔の検討. 地質調査速報no. EQ/00/2 平成11年度活断層・古地震研究調査概要報告書, 1-17.
- 西村裕一・宮地直道・吉田真理夫・村田泰輔・中川光弘 (2000): 北海道霧多布湿原の泥炭層中から発見された1843年の津波堆積物. *第四記研究 (The Quaternary Research)* **19**(5),451-460.
- 奥村晃史・嶋田繁・鈴木毅彦・福岡孝昭・町田洋・光谷拓実 (1999): 高精度年代決定による日本の完新世テフクロノロジーの再検討. 地球惑星科学関連学会合同大会, 東京1999年6月8~11日. 予稿集, Ld-004. 地球惑星科学関連学会合同大会組織委員会, 北海道大学大学院理学研究科附属地震火山研究観測センター内.

阪口豊 (1974): 泥炭地の地学. 東京大学出版会. 東京 . 329 p.

佐藤雅俊・橘ヒサ子・新庄久志 (1999): 別寒辺牛湿原の植生に関する調査報告書II. 厚岸町教育委員会.

鈴木兵二 (1961): 北海道における火山噴出物の分布とミズゴケ相. *Hikobia* 2(4),259.

Tokito, K. (1915): Über den Aufbau des Tsuishikari-Moores in Hokkaido. *Transactions of the Sapporo Natural History Society* 5,7 - 22.

徳井由美 (1989): 北海道における17世紀以降の火山噴火とその人文環境への影響. *お茶の水地理* 30,27-33.

Tolonen, K. (1987): Natural History of raised bogs and forest vegetation in the Lammi area, southern Finland, studied by stratigraphical methods. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae, Series A, III. Geologica - Geographica* 144,1-46.

Wolejko, L. and K. Ito (1986): Mires in Japan in relation to mire zones, volcanic activity and water chemistry. *Japanese Journal of Ecology* 35,575-586.

Zobel, D.B. and J.A. Antos (1997): A decade of recovery of understory vegetation buried by volcanic tephra from Mount St. Helens. *Ecological Monographs* 67(3),317-344.

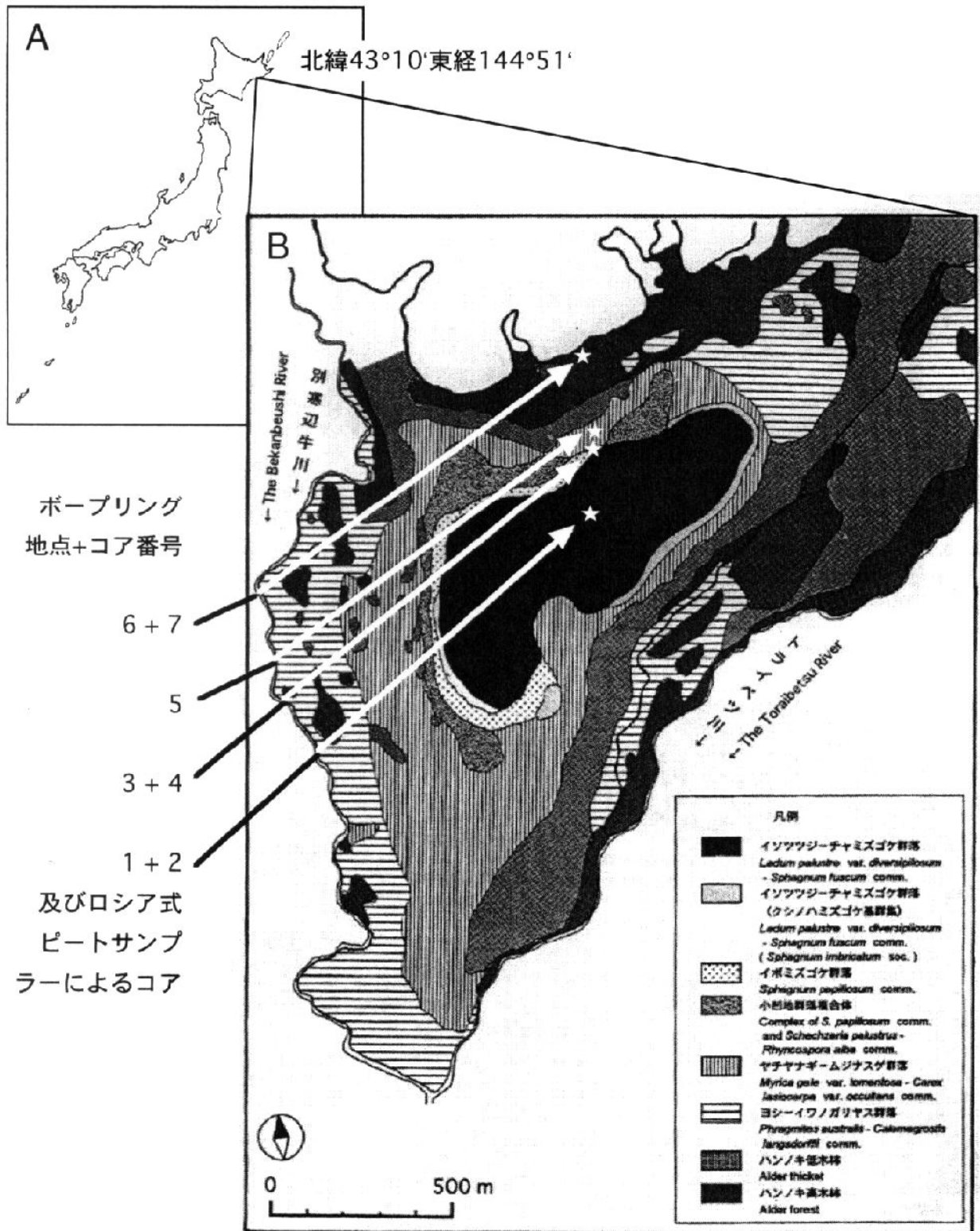


図-1 A 別寒辺牛湿原の位置 B ポーリング地点の位置 (植生図は佐藤ほか1999より引用)

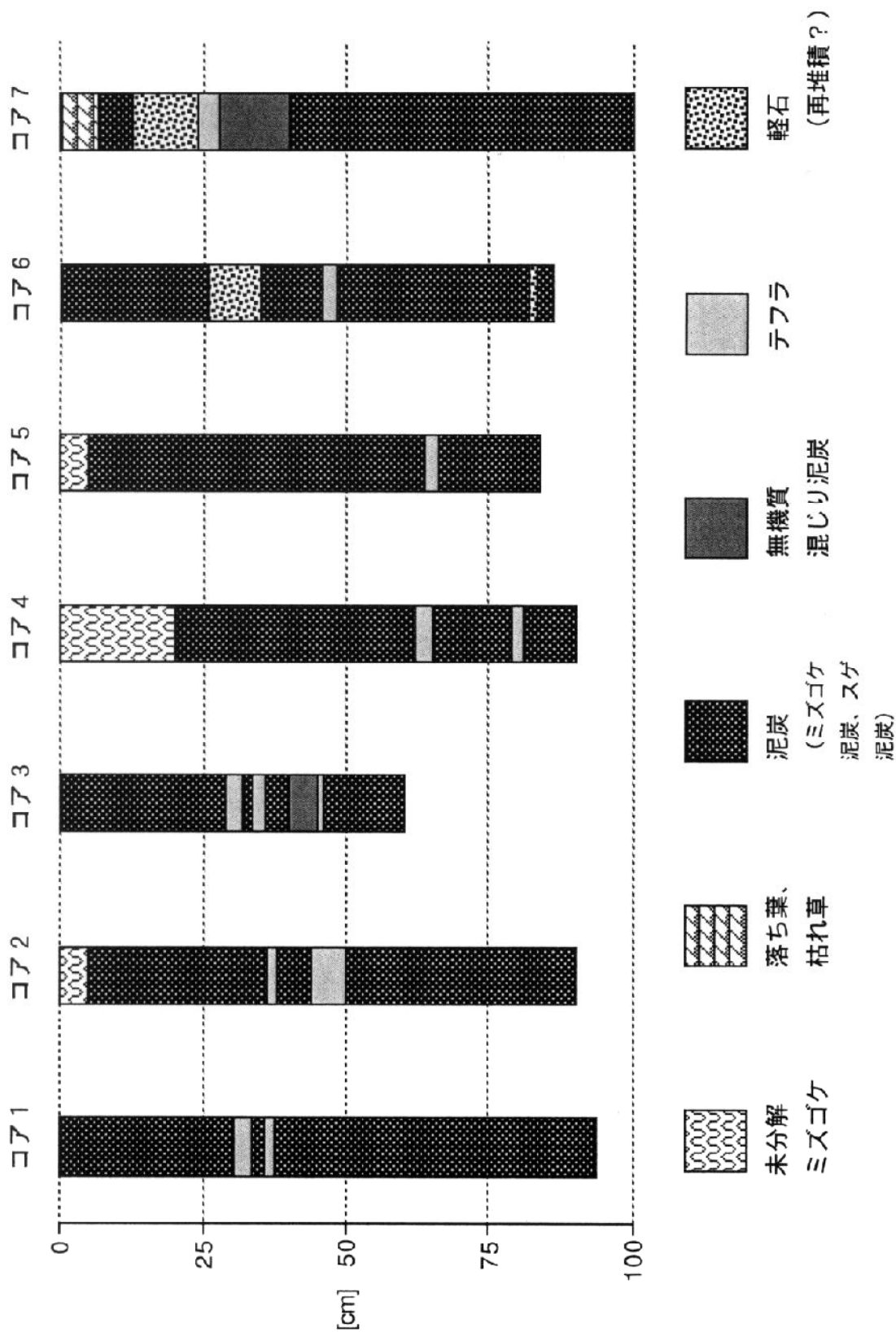
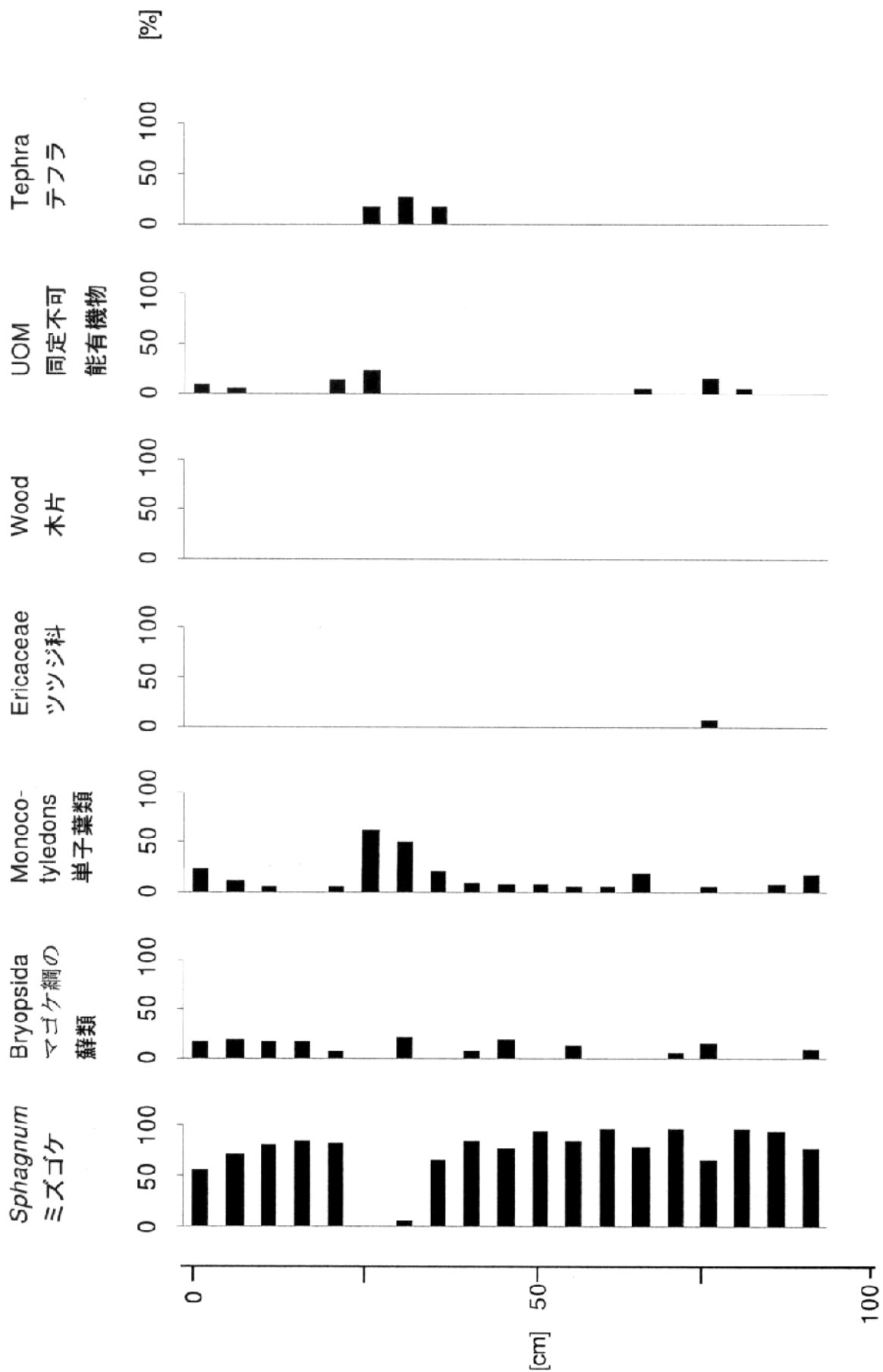
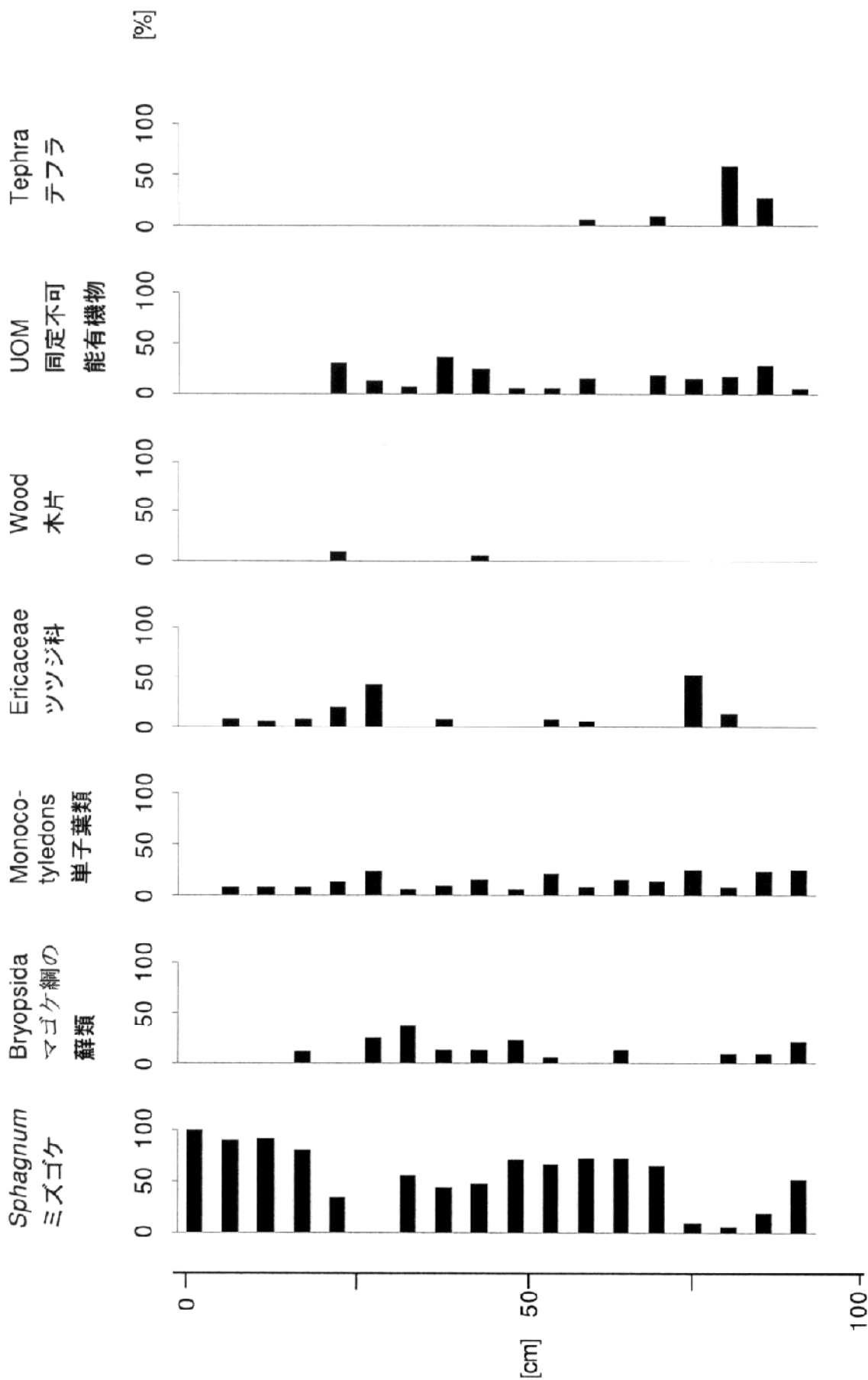


図-2 コアの採取現場における層序記載。備考：コア5の場合には写真によって記載したから、薄い無機質層は検出できなかった。



図一 3 深さ別植物遺体組成コア 1



図一4 深さ別植物遺体組成コア4

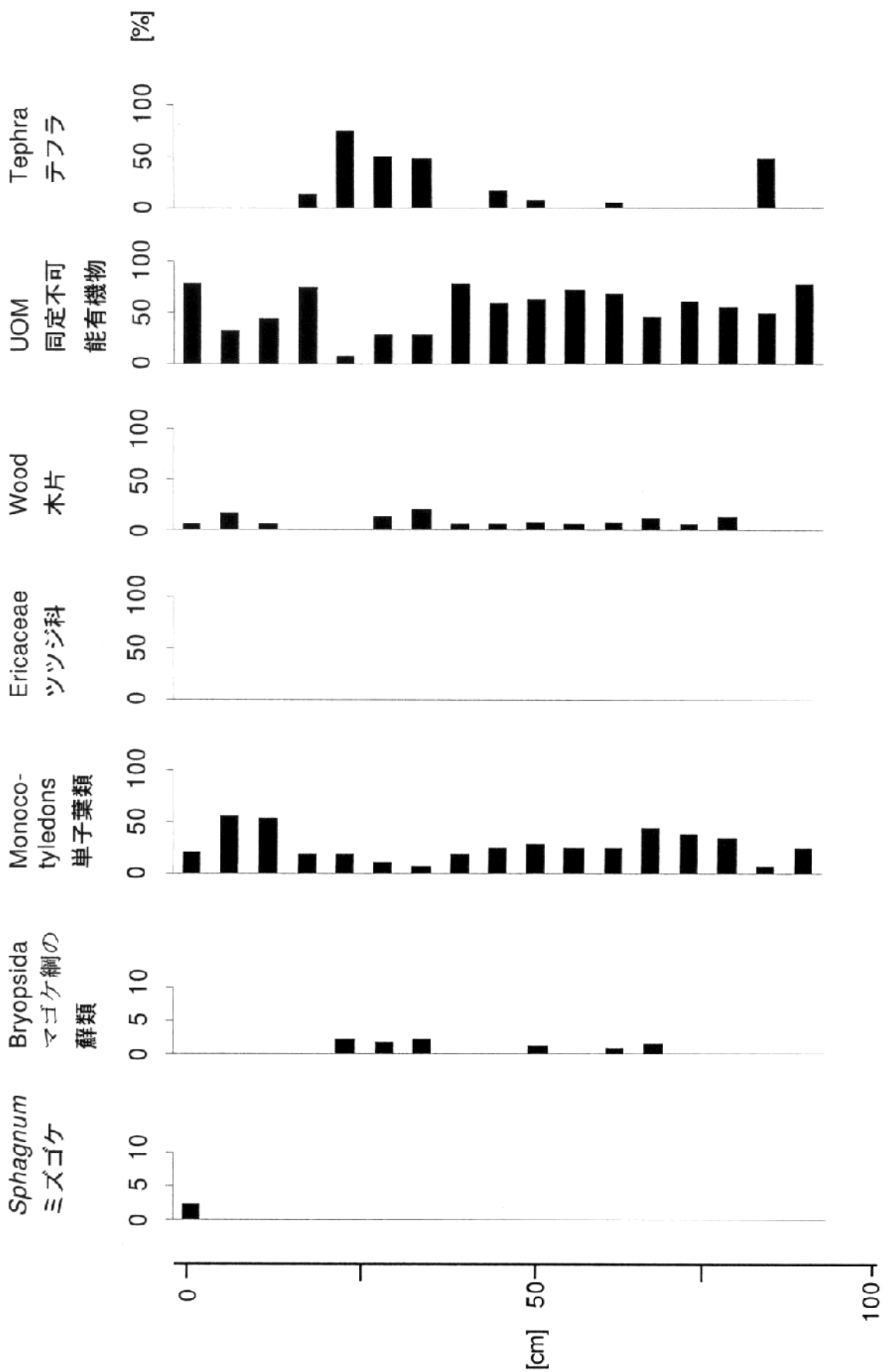


図-5 深さ別植物遺体組成コア6

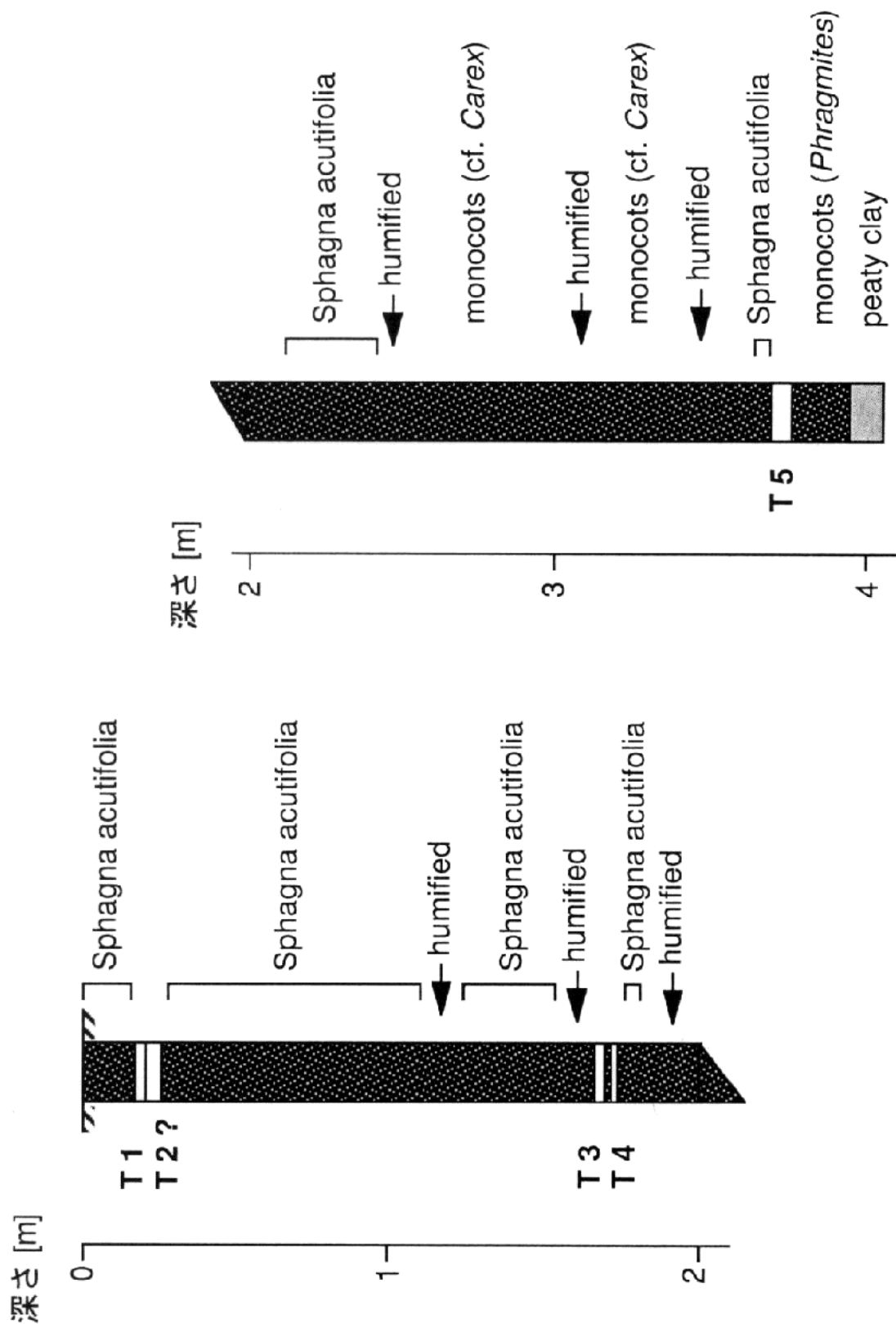


図-6 インソツジーチャミズゴケ群落で得られた長いコアの層序